Das Lösungs- und Adsorptionsverhalten der Metalle Au, Pt, Pd und Ru in bezug auf die Gase H_2, O_2, N_2, A und Wasserdampf

Dissertation

zur

Erlangung des Grades eines Doktors

der Naturwissenschaften

der

Mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät

der

Eberhard-Karls-Universität

zu Tübingen

vorgelegt von

Dietrich Korsch

aus Waren-Müritz

1969

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547611_0080

Das Lösungs- und Adsorptionsverhalten der Metalle Au, Pt, Pd und Ru in bezug auf die Gase H_2, O_2, N_2, A und Wasserdampf

Dissertation

zur

Erlangung des Grades eines Doktors

der Naturwissenschaften

der

Mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät

der

Eberhard-Karls-Universität

zu Tübingen

vorgelegt von

Dietrich Korsch

aus Waren-Müritz

1969

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Tag der mündlichen Prüfung: 19.5.1969

Dekan: Professor Dr. A. Seilacher
1. Berichterstatter: Professor Dr. M. Auwärter
2. Berichterstatter: Professor Dr. G. Möllenstedt

FOTODRUCK PRÄZIS Barbara v. Spangenberg KG · Tübingen

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	3
2. Aktivierte Adsorption und Lösung von Gasen in Metallen	4
3. Meßmethode und Versuchsanordnung	6
4. Das Aufdampfen der Platinmetalle Pt, Pd und Ru	9
5. Meßergebnisse	10
6. Untersuchungen an aufgedampftem Beryllium	19
7. Zusammenfassung	20
Literaturverzeichnis	21

1. Einleitung:

In der vorliegenden Arbeit werden Untersuchungen über die Lösungs- bzw. Adsorptionsfähigkeit der aufgedampften Metalle Au, Pd, Pt und Ru in bezug auf die Gase H_2, O_2, N_2, A und Wasserdampf beschrieben.

Die Eigenschaft einiger Metalle, z.T. erhebliche Mengen Gas aufzunehmen, sind vielfach festgestellt und untersucht worden. Zu erwähnen sind die Arbeiten über die Systeme Au/O_2 und Au/N_2 [1], Pd/H_2 [2], Pd/N_2 [3], Pt/H_2 [4][13]. Diese Messungen wurden bei Temperaturen über 200°C und Atmosphärendruck durchgeführt, während die im folgenden beschriebenen Experimente bei Zimmertemperatur und niedrigeren Drücken gemacht wurden.

Das System Pd/H_2 dürfte das bisher am genauesten untersuchte sein. Hier ist auf die ausführlichen Messungen von A. SIEVERTS und W. DANZ hinzuweisen [5]. Theoretische Überlegungen zu diesem System werden in den Arbeiten von N.A. SCHOLTUS und W. KEIT HALL [10] sowie von H. BRODOROWSKY [11] behandelt.

Die hervorstechende Eigenschaft von Ruthenium, als aufgedampfte Schicht Sauerstoff in erheblichen Mengen zu lösen, ist in dieser Arbeit festgestellt und zunächst untersucht worden.

2. Aktivierte Adsorption und Lösung von Gasen in Metallen:

Es ist bekannt, daß in Metallen gelöste Gase stets in ihre Atome aufgespaltet sind. Da diese Aufspaltung unmittelbar vor der Diffusion des Gases in das Metallinnere geschehen muß, interessieren die Vorgänge, die sich in der Grenzschicht zwischen Metall und Gas abspielen. Die energetischen Verhältnisse lassen sich nach SEELIGER [6] anhand der Kurven in Abb. 1 folgendermaßen darstellen:

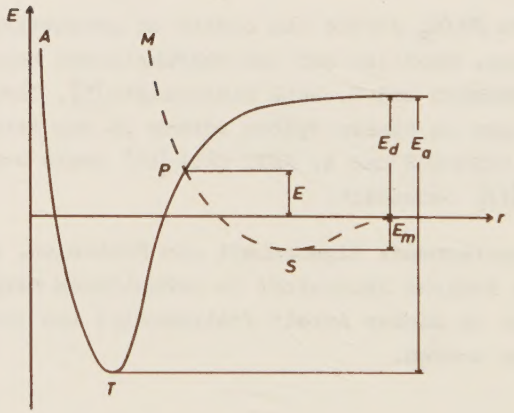


Abb. 1: Potentialkurven des Metall-Gas-Systems für ein Molekül (M) und ein Atom (A).
Die potentielle Energie ist in Abhängigkeit vom Oberflächenabstand r aufgetragen.

Die potentiellen Energien des Metall-Gas-Systems sind in Abhängigkeit vom Oberflächenabstand r für ein Molekül (M) und für ein Atom (A) aufgezeichnet. Die Minima entsprechen den Gleichgewichtslagen der adsorbierten Moleküle bzw. Atome. Ihre Adsorptionsenergien sind E_m und E_a. Die Dissoziationsenergie im freien Gasraum ist E_d. Fliegt ein Molekül die Grenzfläche mit einer kinetischen Energie $\geq E$, die zur Überwindung des Potentialwalls zwischen S und P genügt, an, so kann es in P adiabatisch zerfallen, und die einzelnen Atome können sich auf dem Weg von P nach T adsorbiert anlagern. E bezeichnet man als "Aktivierungsenergie". Die Bedingung dafür, daß eine aktivierte, atomare Adsorption wahrscheinlicher ist als eine physikalische, molekulare, lautet:

$$E_a > E_m + E_d$$

Die Konzentration eines in einem Metall gelösten Gases ist eine Funktion von Druck und Temperatur:

$$C_1 = f\ (\ p,T\ )$$

Wegen der Aufspaltung der Gasmoleküle in Atome gilt für zweiatomige Gase im Gültigkeitsbereich des Henryschen Gesetzes bei konstanter Temperatur das Gesetz von SIEVERTS:

$$C_1 = \text{const} \cdot \sqrt{p}$$

Die Löslichkeit S von Gasen in Metallen wird meist in cm^3 Gas unter Normalbedingungen pro 100 g Metall angegeben.

Eine zusammenfassende Darstellung der gebräuchlichen Adsorptionstheorien findet man in dem Buch "Grundlagen der Physikalischen Chemie" von R. ERDIČKA [7].

Hier sei lediglich die allgemeine Formel für die Adsorp-

tionsisothermen nach FREUNDLICH erwähnt, die für die folgenden Meßergebnisse eine recht befriedigende Beschreibung liefert:

$$C_{ad} = a \cdot p^b \quad (a,b = \text{Systemkonstanten})$$

3. Meßmethode und Versuchsanordnung:

Im Gegensatz zu der üblichen Methode, die Aufnahme eines Gases durch ein Metall indirekt durch Volumen- bzw. Druckminderung festzustellen, wurde hier die Masse des aufgenommenen Gases direkt bestimmt. Dazu diente eine Schwingquarzmeßeinrichtung der Firma Balzers, deren Meßprinzip darauf beruht, daß die Eigenfrequenz des Quarzes von seiner Massenbelegung abhängt [8]. Der Kristall ist ein ca. 350 µm dickes, rundes Plättchen mit einem Durchmesser von ca. 14 mm. Die Elektroden sind auf beiden Flächen aufgedampft (Abb.2b). Zur Nulleinstellung der Meßanzeige wird der Schwingquarz auf einen Vergleichsoszillator abgestimmt. Eine Massenänderung am Quarzkristall bedeutet eine Verstimmung, deren Frequenz der Massenänderung in weitem Bereich proportional ist und an der Anzeige abgelesen werden kann. Der Meßbereich war so gewählt, daß der Vollausschlag 100 Hz anzeigte. Die Empfindlichkeit des Quarzes beträgt laut Werksangabe ca. $5.75 \cdot 10^{-9}$ g Hz^{-1}; das sind bei einer Elektrodengröße von 0.274 cm^2 je Fläche und beidseitiger gleichmäßiger Massenbelegung $1.05 \cdot 10^{-8}$ g cm^{-2} Hz^{-1}. Durch Vergrößerung der Elektroden auf je 1 cm^2 konnte die Empfindlichkeit pro Fläche um den Faktor 3.65 auf $2.88 \cdot 10^{-9}$ g cm^{-2} Hz^{-1} gesteigert werden. Dabei bedeckten die Elektroden nahezu die ganze Quarzfläche. Auf die Elektroden wurde das

zu untersuchende Metall aufgedampft. Gold eignete sich als Elektrodenmaterial besonders gut, weil es im Bereich der Meßempfindlichkeit keinerlei Aufnahmefähigkeit gegenüber den verwendeten Gasen zeigte, sondern lediglich Wasserdampf adsorbierte. Ein Einfluß des freien Quarzrandes auf die Messungen konnte nicht festgestellt werden. An dieser Stelle sei auf die äußerst präzisen Adsorptionsmessungen von Xe, A und Hexan an Quarz durch L.J. SLUTZKY und W.H. WADE [12] hingewiesen, die ebenfalls die Variation der Eigenfrequenz des Einkristalls durch Massenänderung ausnutzten. Neben einer ausreichenden Empfindlichkeit ist eine zeitliche Konstanz der Meßanzeige äußerst wünschenswert. Von der Firma Balzers wird der zeitliche Gang mit 5 Hz/h angegeben, doch erwies sich diese Angabe bei den Temperaturschwankungen in unseren Laborräumen als wesentlich zu günstig. Der temperaturempfindlichste Teil ist der Referenzoszillator, der sich in dem Meßgerät befindet. Um Langzeitkonstanz zu erreichen, galt es daher, das Gerät vor äußeren Temperatureinflüssen zu schützen. Zu diesem Zweck wurde das Meßgerät in einen doppelwandigen, wasserdurchflossenen Trovidurkasten gestellt. Auf diese Weise konnte die zeitliche Schwankung der Anzeige im Ruhestand bis auf 0.5 Hz/h verbessert werden.

Zur Messung der Löslichkeit bzw. Adsorption wurde der Schwingquarz mit dem aufgedampften Metall in einer Vakuumkammer den zu untersuchenden Gasen bei verschiedenen Drücken ausgesetzt (Abb. 2a). Aus der Massenbestimmung des aufgenommenen Gases läßt sich jedoch noch nicht schließen, ob es sich um eine Adsorption oder um eine Lösung handelt. D.h. es müssen zusätzliche Kriterien gefunden werden, die eine Entscheidung erlauben. Dazu wurde

die Oberfläche des Schwingquarzes behandelt; denn bei einer Adsorption sollte sich eine Abhängigkeit von der Oberflächenbeschaffenheit bemerkbar machen. Ferner wurde die Schichtdicke des aufgedampften Metalls variiert, um bei einer eventuellen Lösung die zu erwartende Proportionalität mit dem Metallvolumen festzustellen. Dabei stellte sich heraus, daß allein die Aufnahme von Wasserdampf eine starke Abhängigkeit von der Oberflächenbeschaffenheit zeigte, dagegen unabhängig von der Schichtdicke war und daß die Gase, sofern sie vom Metall aufgenommen wurden, dem Proportionalitätsgesetz gehorchten, aber keine merkliche Abhängigkeit von der Oberfläche zeigten. Abb. 3 zeigt elektronenmikroskopische Aufnahmen einer unpolierten und einer polierten Quarzoberfläche.

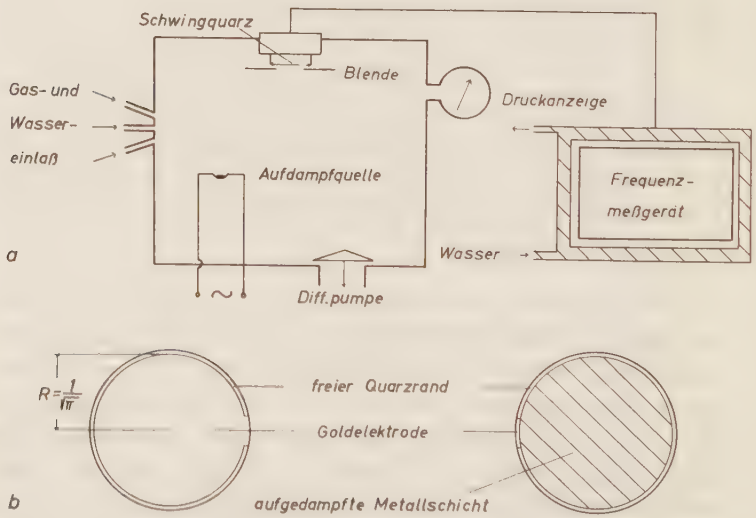
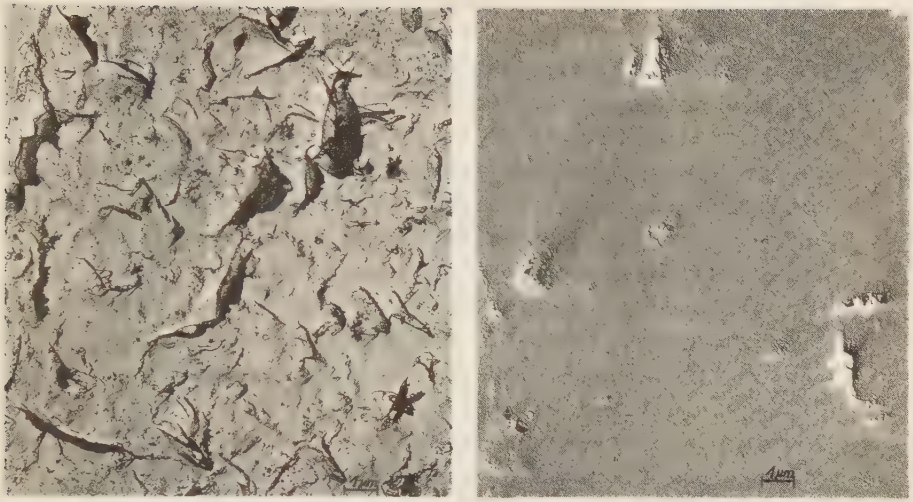


Abb. 2: a) Versuchsaufbau b) Schwingquarz
(Beschreibungen im Text)



a b

Abb. 3: Elektronenoptisches Bild eines Lackabdruckes von der Quarzoberfläche a) unpoliert b) poliert

4. Aufdampfen der Platinmetalle Pt, Pd und Ru:

Das Aufdampfen dieser hochschmelzenden Metalle aus einem Wolframschiffchen ist kompliziert und erfordert erhebliche Erfahrung. Dabei spielen die Schiffchenform, die Menge der zu verdampfenden Substanz und die genaue Einstellung der Verdampfungstemperatur eine entscheidende Rolle. Das unter der Nr. 490 031 bei der Firma Balzers registrierte Schiffchen erwies sich für diesen Zweck als sehr geeignet. Ruthenium wurde in Pulverform, Platin und Palladium als 0,5 mm starker

Draht von der Firma Schuchardt (München) geliefert. Es empfiehlt sich, den Draht sehr fein zu zerschneiden, damit der Kontakt mit dem Schiffchen möglichst gut und die anfängliche Wärmeleitung dadurch optimal ist. Wie wichtig es ist, genau auf die Menge des zu verdampfenden Materials zu achten, zeigte sich besonders deutlich beim Aufdampfen von Ruthenium. Wurde eine kritische Menge überschritten, so schmolz das Schiffchen beim Erreichen einer bestimmten Temperatur unter Bildung einer Ruthenium-Wolfram-Legierung plötzlich durch, ohne daß der Schwingquarz die geringste Aufnahme registrierte. Nur wenn das Ruthenium so bemessen war, daß die Menge höchstens für eine Aufdampfschicht von ca. 50 Å bei einer Entfernung von ca. 20 cm reichte und die Temperatur den Schmelzpunkt nicht überschritt, verlief der Aufdampfprozeß ohne Komplikation. Entsprechend verhielten sich die beiden anderen Metalle.

5. Meßergebnisse:

Wie schon erwähnt, hat Gold die Eigenschaft, bei Zimmertemperatur keines der verwendeten Gase zu lösen. Zudem ist es chemisch äußerst inaktiv und wurde daher als Elektrodenmaterial und Grundschicht für die anderen Metalle gewählt. Die Adsorption von Wasserdampf auf Gold ist in Abb. 4 in doppelt logarithmischen Koordinaten aufgezeichnet. Die Tatsache, daß sich die Meßwerte durch eine Gerade recht gut verbinden lassen, bestätigt die Übereinstimmung mit der oben erwähnten Isothermen nach FREUNDLICH. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den anderen aufgedampften Metallen, deren Adsorptionsisothermen in den Abbildungen 5 bis 7 aufgezeichnet sind. Im Zusammenhang mit der Wasserdampfadsorption wurde noch eine Beobachtung ge-

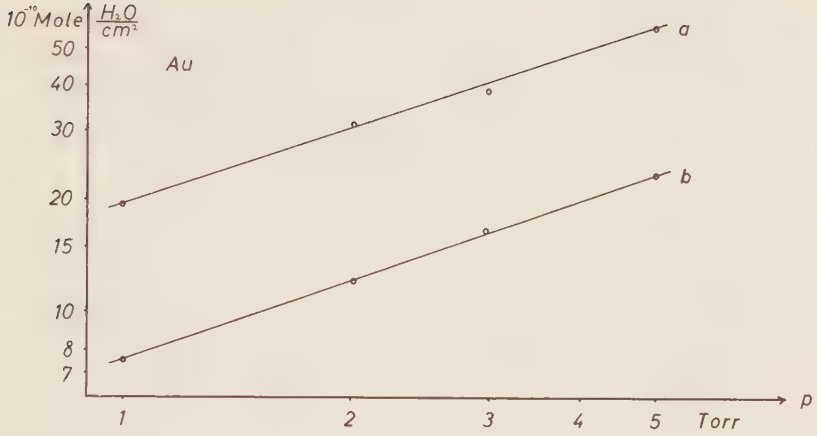


Abb. 4: Adsorptionsisothermen von H_2O auf Au
Quarzoberfläche a) unpoliert b) poliert

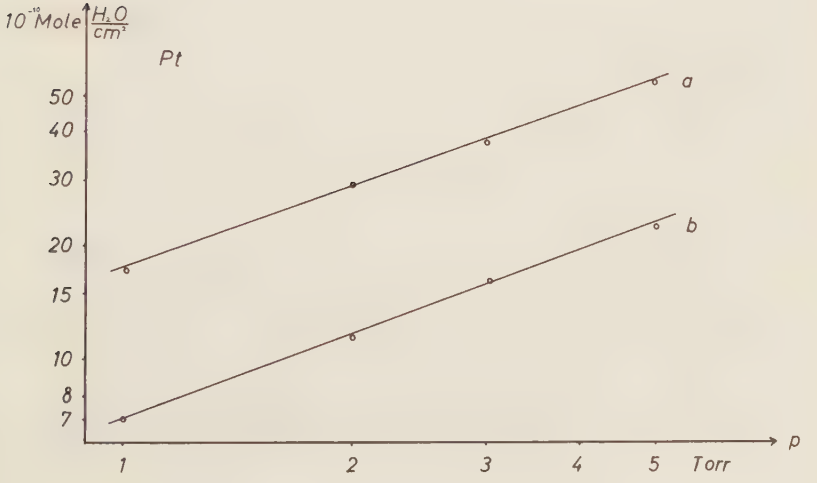


Abb. 5: Adsorptionsisothermen von H_2O auf Pt
Quarzoberfläche a) unpoliert b) poliert

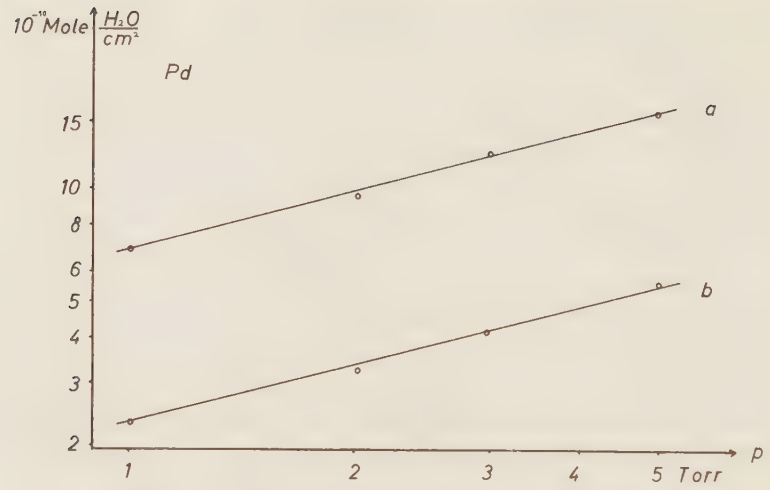


Abb. 6: Adsorptionsisothermen von H_2O auf Pd
Quarzoberfläche a) unpoliert b) poliert

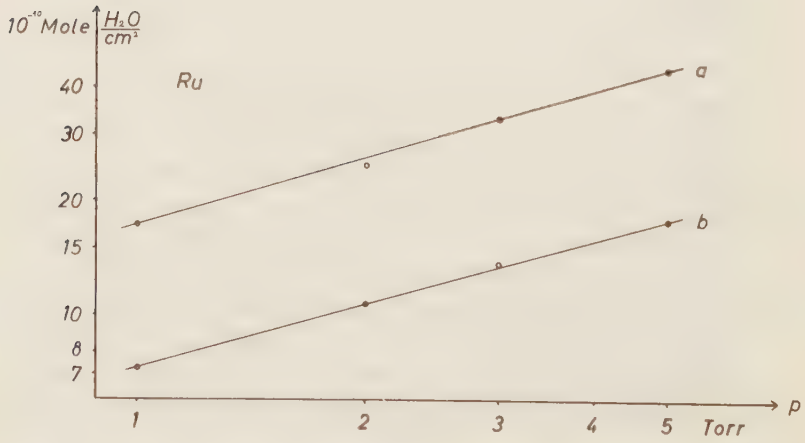


Abb. 7: Adsorptionsisothermen von H_2O auf Ru
Quarzoberfläche a) unpoliert b) poliert

macht, die alle untersuchten Metalle gleichermaßen betraf. Schon bei geringen Mengen adsorbierten Wassers zeigte die Adsorptionsschicht die Neigung, alle angebotenen Gase in merklichen Mengen aufzunehmen. Die Unabhängigkeit von der Dicke der Metallschicht läßt auf eine ausschließliche Bindung an das Wasser schließen.

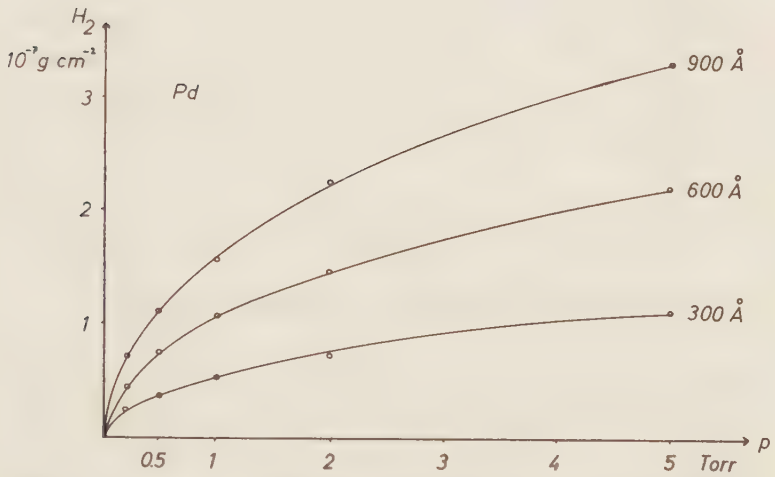


Abb. 8: Lösung von Wasserstoff in Palladium bei verschiedenen Pd-Schichtdicken

Die Löslichkeiten der Gase in den Metallen zeigten strenge Proportionalität mit der aufgedampften Schichtdicke, wie Abb. 8 am Beispiel Pd/H_2 demonstriert. Ferner gehorchten die Systeme Pd/H_2 und Ru/O_2 im gemessenen Druckbereich dem SIEVERTS'schen Gesetz, während die Löslichkeitskurve von Ru/H_2 schon bei wenigen Torr

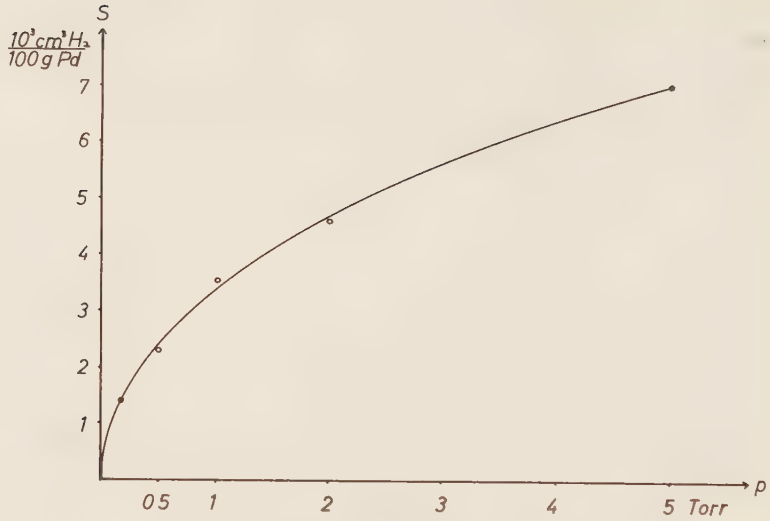


Abb. 9: Löslichkeitskurve des Systems Pd/H_2

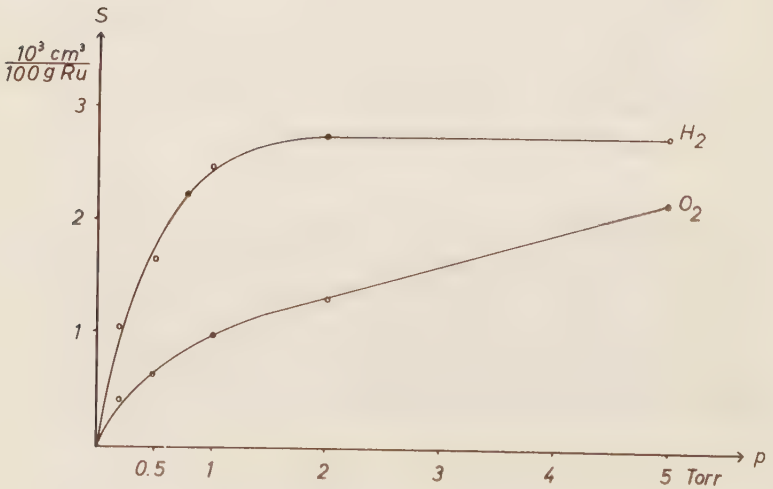


Abb. 10: Löslichkeitskurven der Systeme Ru/H_2 und Ru/O_2

Gasdruck eine Sättigung zu erreichen schien (Abb. 9 und 10). Bei Abb. 10 ist zu berücksichtigen, daß nicht die aufgetragenen Gasvolumina, sondern die Massen gemessen wurden, so daß sich die Sauerstoffaufnahme stärker bemerkbar machte.

Bei Platin konnte eine leichte Aufnahmefähigkeit gegenüber Wasserstoff festgestellt, jedoch nicht exakt vermessen werden. Hier zeigt sich die Empfindlichkeit der Meßmethode, denn SIEVERTS und JURISCH [13] schlossen aus ihren Messungen, daß Platin bei Zimmertemperatur keine meßbaren Mengen Wasserstoff aufnimmt.

Zur Beschreibung der Löslichkeitsisothermen - soweit sie dem SIEVERTS'schen Gesetz gehorchten - wurden folgende Formeln gefunden:

$$Pd/H_2 : S = 3{,}2 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{p/\mathrm{Torr}} \cdot \mathrm{cm}^3/100\ \mathrm{g}$$

$$Ru/O_2 : S = 0{,}93 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{p/\mathrm{Torr}} \cdot \mathrm{cm}^3/100\ \mathrm{g}$$

Das von SIEVERTS und DANZ bei höheren Drücken vermessene System P_d/H_2 zeigt ab 100-300 Torr je nach Temperatur erhebliche Abweichungen vom Quadratwurzelgesetz. Das System Ru/O_2 bei höheren Drücken genau zu vermessen, traf auf große Schwierigkeiten wegen der extrem langen Zeit, die zur Einstellung des Lösungsgleichgewichts benötigt wird. Bei 5 Torr betrug sie bereits zwei Stunden. Dagegen konnte festgestellt werden, daß sich der Sättigungsbereich in der Löslichkeitskurve des Systems Ru/H_2 bis zu Drücken von mindestens 200 Torr hin erstreckt. Die Genauigkeit aller Messungen wurde durch ihre Reproduzierbarkeit bestimmt und betrug etwa 10 - 15 %. Im Rahmen dieses Fehlers zeigten sich alle Lösungs- und Adsorptionsvorgänge als reversibel. Der Abbau von adsor-

biertem Wasser erfolgte ausschließlich durch Evakuierung des Gasraumes. Der erreichte Enddruck lag bei 2-3 10^{-7} Torr. Das Austreten von Wasserstoff aus Palladium ließ sich dagegen erheblich beschleunigen, wenn man nach dem Evakuieren einige Torr O_2 in den Gasraum ließ und nach einiger Zeit wieder abpumpte. Mit Hilfe des gleichen Effektes ließ sich der Sauerstoff, der nach dem Evakuieren nur sehr langsam das Ruthenium verließ, in kürzester Zeit durch Einlassen von H_2 "heraustreiben". Anhand der Abbildungen 11 und 12 läßt sich

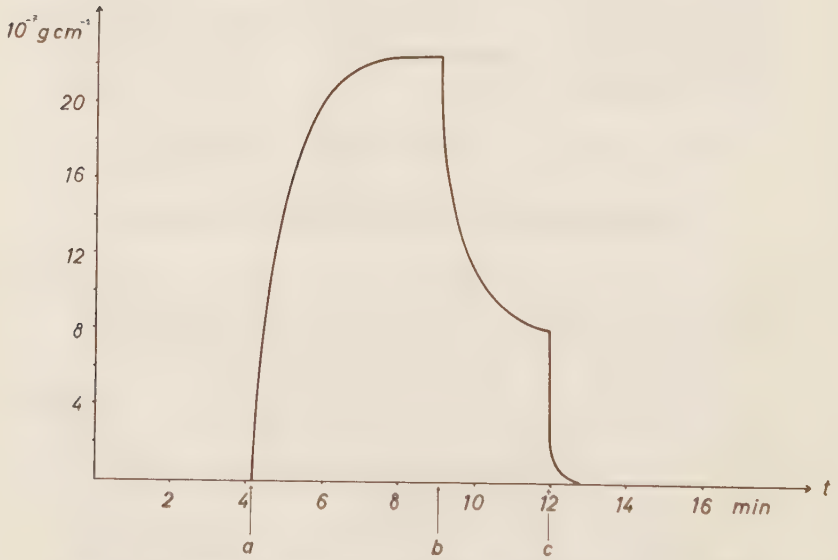


Abb. 11: Bei a werden 0.5 Torr Wasserstoff in die Kammer gelassen. Nach etwa 5 min. hat eine aufgedampfte Schicht von 600 Å Palladium ca. 2.2 · 10^{-7} g cm^{-2} Gas aufgenommen. Zum Zeitpunkt b wird die Kammer wieder evakuiert, wonach etwa 2/3 des aufgenommenen Gases innerhalb von 3 min. wieder abgegeben werden. Bei c werden 1-2 Torr Sauerstoff in den Gasraum gelassen, der nach kurzer Zeit den Rest des im Palladium verbliebenen Wasserstoffs "heraustreibt".

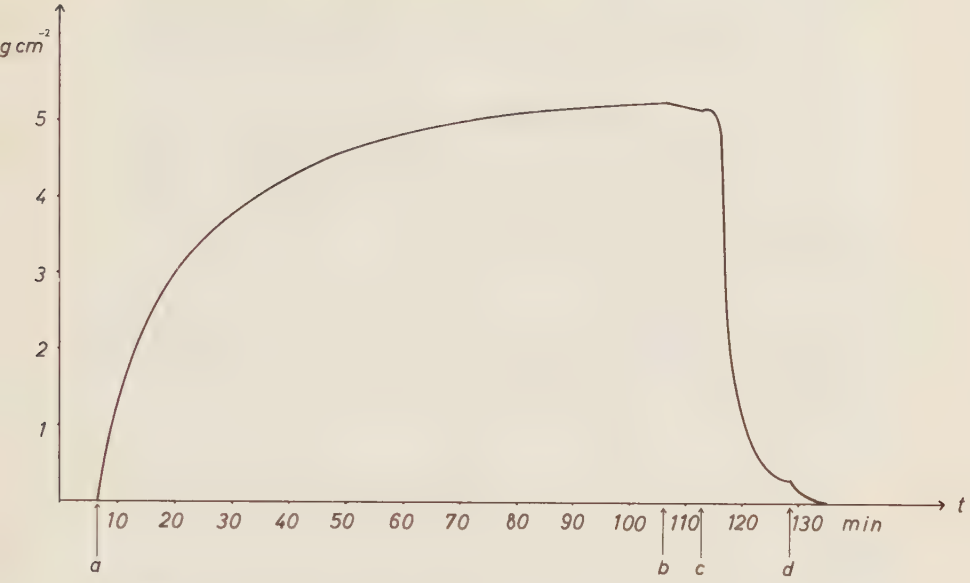


Abb. 12: Ein ähnlicher Zyklus wie in Abb. 11 aufgezeigt wird mit einer 300 Å dicken Rutheniumschicht dargestellt. Bei a werden 5 Torr Sauerstoff in die Kammer eingelassen. Bis zur Einstellung des Lösungsgleichgewichts vergehen jetzt allerdings ca. 100 min. Bei b wird die Kammer wieder evakuiert, worauf nur ein sehr geringer Anteil des gelösten Gases das Ruthenium wieder verläßt. Läßt man jedoch bei c 1-2 Torr Wasserstoff in den Gasraum, so stellt man zunächst einen gewissen Anstieg der Kurve fest, der nach 1-2 min. aber in einen steilen Abfall übergeht. Nach 15 min. etwa ist nur noch ein kleiner Rest Gas im Ruthenium vorhanden, der jedoch nach erneutem Evakuieren vollständig entweicht.

der zeitliche Verlauf dieses Effektes an zwei Beispielen anschaulich verfolgen. Hier einen Zusammenhang mit

den bekannten katalytischen Eigenschaften der Oberflächen einiger Platin-Metalle zu sehen, liegt nahe, doch bedarf es noch einiger klärender Untersuchungen.

Zu der extrem starken Wasserstoffaufnahme durch Palladium läßt sich noch folgende Bemerkung machen: Man hat festgestellt, daß kompaktes Palladium unter der Lösung von großen Mengen Wasserstoffs eine Volumenvergrößerung erfährt und spröde wird [9].

Bei den dünnen Aufdampfschichten hatte dieser Effekt zur Folge, daß der Film nach Aufnahme größerer Mengen Wasserstoffs gesprengt wurde und an mehreren Stellen riß.

	H_2	O_2	N_2	A	H_2O
Au	-	-	-	-	+
Pt	(+)	-	-	-	+
Pd	+	-	-	-	+
Ru	+	+	(+)	(+)	+

Tabelle: Lösung von Gasen in Metallen und Adsorption von H_2O an den Oberflächen

Die Tabelle gibt eine Zusammenstellung der untersuchten Metalle und zeigt, welche Gase sie lösen. Ferner sieht man, daß die Bereitschaft, Wasserdampf zu adsorbieren, bei allen Metallen vorhanden ist. Die eingeklammerten Pluszeichen bedeuten, daß zwar eine merkliche, aber nicht genau meßbare Aufnahme registriert wurde. Die Tatsache, daß - mit Ausnahme vielleicht von Ruthenium - kein Metall die Neigung zeigte, Argon aufzunehmen, wird durch die Untersuchungen von SIEVERTS und BERGER bestä-

tigt. Sie konnten keine meßbare Löslichkeit von Argon und Helium in festen und flüssigen Metallen feststellen [3].

6. Untersuchungen an aufgedampftem Beryllium:

Zur Untersuchung von Beryllium wurde mehrmals eine 300 Å dicke Be-Schicht aufgedampft, die dann den früher schon verwendeten Gasen, Wasserdampf und atmosphärischer Luft ausgesetzt wurde. Als Ergebnis kann festgehalten werden, daß frisch aufgedampftes Beryllium beim Belüften mehr als das 40-fache seines Eigenvolumens an Gas aufnehmen kann, das durch anschließende Druckerniedrigung nicht wieder abgegeben wird. Dabei absorbiert die Schicht bis zur Sättigung alle angebotenen Gase. Nach Absättigung des Berylliums durch Gase können zusätzlich noch bei einem Dampfdruck von 15 Torr etwa $1.3\ 10^{-8}$ Mole Wasser pro cm^2 irreversibel adsorbiert werden.

Diese Untersuchungen wurden gemacht, um zu zeigen, wie sich unter gleichen Versuchsbedingungen im Gegensatz zu den bisher erwähnten Metallen ein chemisch äußerst aktives Metall wie Beryllium verhält. Die Ergebnisse lassen darauf schließen, daß wir es hier weitgehend mit Chemisorption zu tun haben.

Dieser Befund demonstriert, wie vielschichtig und kompliziert das Lösungs- und Adsorptionsverhalten der Metalle im allgemeinen ist, und daß es zur vollständigen Klärung noch vieler eingehender Forschungen bedarf.

7. Zusammenfassung:

Die Lösungs- und Adsorptionsfähigkeiten der aufgedampften Metalle Au, Pt, Pd und Ru in bezug auf H_2, O_2, N_2, A und Wasserdampf wurden untersucht. Mit Hilfe einer Schwingquarzmeßeinrichtung wurden die Massen der aufgenommenen Gase direkt bestimmt. Für die genannten Metalle wurden die Adsorptionsisothermen von Wasser bis zu 5 Torr Dampfdruck bei Zimmertemperatur aufgenommen. Die Eigenschaft des Palladiums, erhebliche Mengen Wasserstoff zu lösen, konnte mit dieser Methode bestätigt und bei niedrigen Drücken vermessen werden. Außerdem wurde gefunden, daß Ruthenium neben Wasserstoff vor allem Sauerstoff in beträchtlichen Mengen löst. Es konnte festgestellt werden, daß in Palladium gelöster Wasserstoff durch Sauerstoff und in Ruthenium gelöster Sauerstoff durch Wasserstoff in kurzer Zeit aus ihrer Lösung "vertrieben" werden. Alle an diesen Metallen gemessenen Vorgänge waren reversibel und reproduzierbar. Frisch aufgedampftes Beryllium hat die Eigenschaft, alle genannten Gase in bezug auf Druckänderung irreversibel zu absorbieren; das gleiche gilt für die Adsorption von Wasser. an Be-Oberflächen. Die Meßdaten an Beryllium waren nicht reproduzierbar. Sie bedürfen weiterer Klärung.

Herrn Professor Dr. M. Auwärter danke ich für die Anregung und apparative Unterstützung dieser Arbeit.

Herrn Professor Dr. G. Möllenstedt bin ich für seine fördernden und wertvollen Diskussionen sehr dankbar.

Literaturverzeichnis:

1. Toole, F.J. u. F.M.G. Johnson: J.physic.Chem. 37 (1933) 331
2. Sieverts, A. u. G. Zapf: Z.phys.Chemie A 174 (1935) 359
3. Sieverts, A. u. E. Bergner: Ber.Deutsch.Chem.Ges. 45,2 (1912) 2576
4. Sieverts, A.: Z.Metallkunde 21 (1929) 37
5. Sieverts, A. u. W. Danz: Z.phys.Chemie B 38 (1938) 46
6. Seeliger, R.: Naturwissenschaften 30 (1942) 461
7. Brdicka, R.: Grundlagen der phys. Chemie, DVW Berlin 1968
8. Pulker, H.K.: Z.angew. Phys. 20 (1966) 537
9. Ühlein, E.: Römpps Chemisches Wörterbuch Frank'sche Verlagsbuchhandlung Stgt. 1969
10. Scholtus,N.A.u. W. Keit Hall: J.Chem.Phys. 39 I (1963) 868
11. Brodorowsky, H.: Z.Phys.Chemie NF 44 (1965) 129
12. Slutzky, L.J. u. W.H. Wade: J.Chem.Phys. 36 II (1962) 2688
13. Sieverts, A. u. E. Jurisch: Ber.Deutsch.Chem.Ges. 45,1 (1912) 221

Lebenslauf

Am 30.11.1937 wurde ich,Dietrich Korsch,als Sohn des Zahnarztes Dr.Gerhard Korsch und seiner Frau Eva,geb. Zastrow, in Waren-Müritz (Mecklenburg) geboren.Dort wurde ich im Herbst des Jahres 1943 eingeschult.Von Oktober 1945 bis 1952 wohnte ich mit meinen Eltern und beiden Geschwistern in Seedorf,Kreis Segeberg,in Schleswig-Holstein;von 1952 bis 1955 in Ascheberg, Kreis Plön und danach in Plön.Seit 1950 besuchte ich das Internatsgymnasium Schloß Plön,an dem ich im Februar 1958 die Reifeprüfung ablegte.Nach achtzehnmonatigem Wehrdienst begann ich das Studium der Physik an der Universität Kiel.Seit dem Sommersemester 1960 studierte ich an der Universität Tübingen,legte dort im Februar 1963 die Vordiplom-Prüfung und im November 1965 die Hauptdiplom-Prüfung in Physik ab.Von April 1966 bis April 1968 war ich Rekroratsassistent unter Herrn Prof.Dr.G.Möllenstedt.Danach begann ich meine Dissertation über das Thema "Das Lösungs-und Adsorptionsverhalten der Metalle Au,Pt,Pd und Ru in bezug auf die Gase H_2,O_2,N_2,A und Wasserdampf" unter der Leitung von Herrn Prof.Dr.M.Auwärter im Institut für angewandte Physik der Universität Tübingen.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren Professoren Dr.M.Auwärter,Dr.W.Braunbek,Dr.G.Elwert,Dr.H.Kneser, Dr.H.Krüger,Dr.F.Lenz,Dr.G.Möllenstedt,Dr.M.Müller, Dr.G.Pickert,Dr.W.Rüdorff,Dr.H.Siedentopf,Dr.K.Walter und Dr.K.Zeller.